

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: 21620101152468

UDC \_\_\_\_\_

廈門大學

硕 士 学 位 论 文

拟南芥避荫突变体 *p25-7* 的图位克隆

The Map-based Cloning of *Arabidopsis* Shade  
Avoidance Mutant *p25-7*

朱亚萍

指导教师姓名: 陶懿 教授

专 业 名 称: 遗传学

论文提交日期: 2013 年 5 月

论文答辩时间: 2013 年 6 月

学位授予日期:

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2013 年 6 月

---

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人:

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于        年        月        日解密，解密后适用上述授权。

（        ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人：

年        月        日

# 目 录

摘 要 .....	1
Abstract.....	3
第 1 章 前言 .....	5
1.1 避荫综合症.....	5
1.1.1 光敏色素 .....	6
1.1.2 光信号 .....	8
1.1.3 低 R:FR 比例调控的基因 .....	9
1.2 植物激素与避荫反应.....	10
1.2.1 生长素 .....	10
1.2.2 油菜素内酯 .....	13
1.2.3 赤霉素 .....	13
1.3 糖类对植物生长的作用.....	16
1.3.1 糖类与光对植物生长影响 .....	16
1.3.2 糖类与花青素 .....	16
1.4 图位克隆.....	17
1.4.1 图位克隆的原理 .....	17
1.4.2 拟南芥中图位克隆的发展和应用 .....	18
1.4.3 拟南芥中常用的分子标记 .....	21
1.5 研究方法.....	22
1.6 本论文的目的和意义.....	22
第 2 章 材料与方法 .....	24
2.1 主要仪器.....	24
2.2 实验材料和试剂.....	25
2.2.1 植物材料 .....	25
2.2.2 菌种与质粒 .....	25
2.2.3 培养基及常用试剂 .....	25
2.2.4 生物信息学分析的主要软件与数据库:.....	29
2.3 实验方法.....	29
2.3.1 拟南芥的培养 .....	29
2.3.2 拟南芥表型鉴定 .....	30
2.3.3 基因表达水平检测 .....	30
2.3.4 花青素含量测定 .....	33
2.3.5 图位克隆 .....	33
2.3.6 互补质粒构建 .....	37
2.3.7 感受态的制备 .....	41

2.3.8 农杆菌介导的拟南芥侵染花序转化法及转基因植株的筛选 .....	42
2.3.9 Taq 酶诱导 .....	43
<b>第 3 章 实验结果与分析 .....</b>	<b>45</b>
3.1 避荫突变体 <i>p25-7</i> 表型鉴定 .....	45
3.2 避荫应答基因在 <i>p25-7</i> 突变体中的表达水平检测 .....	48
3.3 相关激素对突变体 <i>p25-7</i> 下胚轴生长的影响 .....	50
3.4 赤霉素对突变体 <i>p25-7</i> 根伸长的作用 .....	51
3.5 突变体 <i>p25-7</i> 对蔗糖的反应 .....	52
3.6 避荫突变体 <i>p25-7</i> 的图位克隆 .....	54
3.6.1 突变体 <i>p25-7</i> 遗传学分析 .....	54
3.6.2 <i>p25-7</i> 突变基因粗定位 .....	55
3.6.3 <i>p25-7</i> 突变基因的精细定位 .....	56
3.7 突变体 <i>p25-7</i> 互补实验 .....	58
3.8 <i>GA3OX1</i> 基因在避荫反应中的作用 .....	58
3.9 <i>GA3OX1</i> 基因与强遮荫反应 .....	61
<b>第 4 章 讨 论 .....</b>	<b>63</b>
4.1 突变体 <i>p25-7</i> 突变基因的确定 .....	63
4.2 <i>GA3OX1</i> 参与调控避荫反应 .....	64
<b>第 5 章 结论与展望 .....</b>	<b>65</b>
<b>[参考文献] .....</b>	<b>66</b>
<b>致 谢 .....</b>	<b>71</b>

## Contents

<b>Abstract.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Shade avoidance syndrome .....</b>	<b>5</b>
1.1.1 Phytochrome .....	6
1.1.2 Light signal .....	8
1.1.3 The gene regulation .....	9
<b>1.2 The phytohormone and SAS .....</b>	<b>9</b>
1.2.1 Auxin .....	9
1.2.2 Brassinosteroids.....	12
1.2.3 Gibberellins .....	12
<b>1.3 Sugar and plant growth .....</b>	<b>15</b>
1.3.1 Sugar and light.....	15
1.3.2 Sugar and anthocyanin .....	15
<b>1.4 Map-based cloning .....</b>	<b>16</b>
1.4.1 The principle of Map-based cloning.....	16
1.4.2 The development and application of Map-based cloning.....	17
1.4.3 The common moleculer in arabidopsis.....	20
<b>1.5 Research methods.....</b>	<b>21</b>
<b>1.6 Purpose and significance of this thesis .....</b>	<b>21</b>
<b>Chapter 2 materials and methods .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 Expeiment instruments.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2 Materials and reagents.....</b>	<b>23</b>
2.2.1 Plant materials .....	23
2.2.2 Strains and plasmids .....	23
2.2.3 Medium and common reagents .....	23
2.2.4 Main softwares and databases .....	27
<b>2.3 Experiment methods .....</b>	<b>27</b>
2.3.1 Arabidopsis culture .....	27
2.3.2 Phenotype characterization.....	28
2.3.3 Gene expression.....	28
2.3.4 Mesurement of anthocyanin .....	30
2.3.5 Map-based cloning .....	31
2.3.6 Construction of complementary plasmid.....	35
2.3.7 Preparation of Competent Cells.....	39
2.3.8 Screens of tansgenic plants.....	40
2.3.9 Induction of Taq polymerase .....	41
<b>Chapter 3 Experimental results and analysis .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1 Phenotype characterization of <i>p25-7</i> .....</b>	<b>45</b>

---

3.2 Expression pattern of shade induced genes in <i>p25-7</i> .....	48
3.3 Hormone responses of <i>p25-7</i> .....	50
3.4 GA response of <i>p25-7</i> 's root growth.....	51
3.5 Sucrose response of <i>p25-7</i> .....	52
3.6 Map-based cloning of <i>p25-7</i> .....	54
3.6.1 Genetic analysis .....	54
3.6.2 Primary mapping .....	55
3.6.3 Fine-scale mapping.....	56
3.7 Complementary assay of <i>p25-7</i> .....	58
3.8 <i>GA3OX1</i> involves in shade.....	58
3.9 <i>GA3OX1</i> involves in strong-shade.....	61
Chapter4 Discussion .....	63
4.1 Mutation of <i>p25-7</i> .....	63
4.2 <i>GA3OX1</i> involves in SAS .....	64
Chapter 5 Conclusion and outlook.....	65
[References] .....	66
Acknowledgement .....	71

## 摘要

植物面对各种各样的生物因素和非生物因素影响能表现出惊人的可塑性，避荫反应就是避荫植物针对光这一环境信号影响做出的可塑性反应，对其适应环境胁迫和生存具有极其重要的意义。植物叶片透射或反射后的光中红光(R)、远红光(FR)比例降低，避荫植株感受到这一信号变化后表现出下胚轴和叶柄快速生长，叶片偏下性，侧枝减少，开花提前，叶绿素含量降低等，这一系列反应统称为避荫综合症(shade avoidance syndrome, SAS)。本研究以分离得到的避荫突变体 *p25-7* 为材料，通过分析该突变体，并利用图位克隆找出相应的突变基因，从而进一步研究避荫反应的机制。

通过对突变体 *p25-7* 的一一系列表型鉴定，我们发现突变体植株在模拟遮荫后下胚轴较短；黑暗中生长下胚轴也较短；主根根长较短，侧根较少；成年整体植株矮小，分枝较多，顶端优势不明显。在模拟遮荫条件下激素处理实验中发现，*p25-7* 下胚轴伸长对生长素类似物 Picloram 及油菜素内酯 epibrassinolide (eBL) 敏感性降低，而对赤霉素(GA)表现出超敏感；且根的伸长对赤霉素也表现出超敏感；说明 *p25-7* 有可能是赤霉素合成突变体。

经遗传试验分析，我们确定突变体为单基因隐性遗传。通过图位克隆，我们将突变位点定位在第一条染色体 T28K15(4MB)和 T20H2 (6.99MB) 两个分子标记之间，分析该范围中基因并确定了候选基因：赤霉素合成基因 *GA3OX1* (AT1G15550)。然后经测序发现该突变体在基因 *GA3OX1* 上第 1358bp 位处碱基由 C 突变为 T，引起编码第 309 位谷氨酰胺的密码子变为终止子，从而使编码蛋白质提前终止。

基因 *GA3OX1* 突变造成了 *p25-7* 避荫缺陷，说明赤霉素对拟南芥避荫反应是必需的。我们利用遮荫处理下全基因组转录组的数据，分析了已知的编码赤霉素合成酶的基因的表达发现，遮荫处理诱导赤霉素合成基因 *GA20OX1*、*GA20OX2* 和 *GA3OX1* 表达。*TAA1* (*TRYPTOPHAN AMINOTRANSFERASE of Arabidopsis 1*，拟南芥色氨酸氨基转移酶 1) 是遮荫诱导拟南芥生长素快速合成途径中的关键基因。我们发现遮荫诱导的 *GA20OX1*、*GA20OX2* 表达是 *TAA1* 依赖型的，而 *GA3OX1*



表达上调则不依赖于 TAA1, 说明遮荫通过不同的途径调控赤霉素合成。当拟南芥幼苗处于强遮荫条件下 (R:FR 比例低于 0.1), 遮荫诱导的下胚轴伸长被抑制, 该反应由光敏色素 PHYA 介导。我们发现强遮荫或长时间的遮荫对 *GA3OX1* 表达的抑制是由 PHYA 介导的。综上所述, 我们的研究表明赤霉素参与了植物的避荫反应, 遮荫信号通过多种途径对赤霉素合成酶进行不同的调控进而达到对植物体内赤霉素含量的精确调控和对植物生长的调节。

关键字: 避荫反应; 图位克隆; *GA3OX1*

## Abstract

Plants display strong morphological plasticity in response to various biotic and abiotic stresses. Shade avoidance response is a plastic response induced in the shade-avoiding species in response to shade. It is an important adaptive response that allows plants to compete for light when it is under or near vegetative shade. There is a reduction in the red to far-red ratio (R:FR) after light passes through canopy shade. Shade-avoiding species perceive this change in light and display increased elongation of stems and petioles, increased leaf hyponasty, reduced branching, accelerated flowering and reduced chlorophyll content. These morphological changes are collectively termed as the Shade Avoidance Syndrome (SAS). We isolated a *p25-7* mutant that was defective in multiple shade avoidance responses. In this study, we characterized *p25-7* and conducted map-based cloning to identify mutations in it.

Compared with wild type Col-0, *p25-7* had shorter hypocotyls under simulated shade and dark; *p25-7* presented a shorter main root and less lateral roots in Wc; Adult *p25-7* was smaller, more branchy, and displayed reduced apical dominance. Under simulated shade, hypocotyls of *p25-7* showed reduced sensitive to auxin analogue picloram and epibrassinolide (eBL), but it was hypersensitive to GA; Meanwhile, root was also hypersensitive to GA; In summary, we speculated that *p25-7* was gibberellin biosynthetic mutant.

Genetic analysis revealed that the phenotypes were due to a recessive, single recessive gene mutation. Through map-based cloning, we located the mutation on chromosome 1 between T28K15 (4 MB) and T20H2 (6.99 MB). One GA synthetic gene *GA3OX1* (AT1G15550) located in that region. We sequenced *GA3OX1* in *p25-7* and found a C to T mutation, which converted Glu309 to a stop codon and encoded truncated GA3OX1.

The identification of *p25-7* as a shade avoidance mutant implied that GA was required for shade induced hypocotyl elongation. We analyzed the whole-genome

transcriptome data, and We found the GA biosynthetic genes *GA20OX1*、*GA20OX2* and *GA3OX1* were up-regulated by shade. *TAA1* (*TRYPTOPHAN AMINOTRANSFERASE of ARABIDOPSIS 1*) was a key gene of IAA biosynthesis. Shade-induced upregulation of *GA20OX1*、*GA20OX2* was TAA1-dependent, but that of *GA3OX1* was not, suggesting that shade regulated GA biosynthesis through at least two pathways. Shade avoidance was negatively regulated by *PHYA*. When R:FR ratio is smaller than 0.1, shade-induced hypocotyl elongation was inhibited, which was mediated by *PHYA*. We found that the expression of *GA3OX1* was suppressed in prolonged shand and strong shade in a *PHYA*-dependent manner, indicating that *PHYA* may downregulate shade avoidance by inhibiting GA biosynthesis Taken together, our study showed GA was required in shade avoidance response, and shade regulated gibberellin synthetase through multiple ways, thus controlled GA content and plant growth precisly.

Key words: shade avoidance response; Map-based cloning; *GA3OX1*

## 第1章 前言

### 1.1 避荫综合症

植物是固着生长的生物，它们不能选择生长环境，只能改变自身的代谢路径及生长发育模式来适应环境的变化。通过改变形态、生理和发育性状，植物最大限度地使其表型与生存环境相适应，从而缓冲环境对植物生长和生殖产生的消极影响。在进化过程中，植物演变出一系列受体来感知周围环境的变化，进而通过其可塑性反应，维持自身生存和繁殖。

光是植物的重要能量来源，植物通过吸收光能进行光合作用获得维持自身生长发育的能量。由于光对植物生存的重要性，植物对光环境的变化尤其敏感。当植物密度过高，其叶片会相互交叠并因此会产生互相遮荫。根据植物对遮荫的应答方式，我们把植物主要分为避荫（喜阳）植物，耐荫植物，中性植物。大多数的农作物为避荫植物。

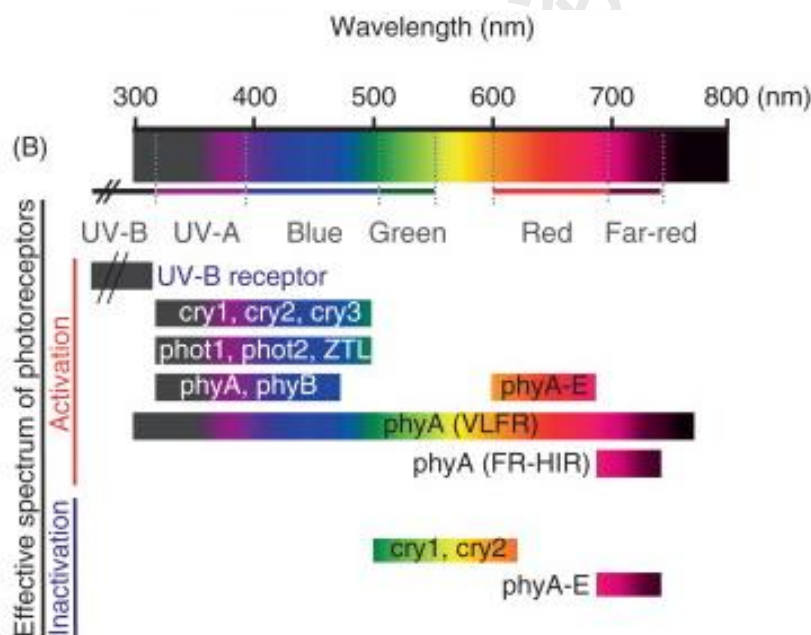
诱导避荫反应的光信号主要有两种：一是光强度的减弱，另一个是红光与远红光（R:FR）比例的降低，而后者为诱导避荫反应的主要光信号。当阳光从植物叶片透射或反射后，其中的红光和蓝光被叶绿素等植物色素选择性地吸收，而远红光（FR）则可以透过或被反射，因此这类透射或反射光具有较低的 R:FR 比例，也提示植物其周围存在其它的竞争者。当避荫植物感受到 R:FR 比例的降低后，会产生一系列形态和生理生化的变化，这一系列变化被称为避荫综合症（shade avoidance syndrome）<sup>[1]</sup>。具避荫综合症的植物最明显的形态变化就是下胚轴、茎秆和叶柄的快速伸长生长<sup>[2-4]</sup>。此外，避荫反应还包括叶片角度改变、衰老的加速，顶端优势的加强，分枝减少等<sup>[5]</sup>；另外长时间的遮荫会诱导植物提前进入生殖生长，开花结果等。由于用于储藏和生殖的营养不足，造成植物种子产量减少、萌发率降低，果实发育不完全<sup>[6-8]</sup>。

避荫反应是避荫植物感受到周围存在其它植物后，为了获得更多的阳光而产生的适应性反应，是有利于其物种延续的。但对于农作物生产而言，高密度种植的作物产生避荫反应，既导致种子或储藏器官产量的下降同时又增加了倒伏的几率<sup>[9]</sup>，因此如何在有限的土地资源上得到最大的农作物产量，有效避免避荫反应

成为研究领域的一个发展方向。许多研究人员展开了对避荫反应分子机制的研究。尤其是对低 R:FR 光照下的避荫反应的分子机制的研究，也取得了很大的进展。

### 1.1.1 光敏色素

植物具有一系列可以感受不同波长的光波的光受体。通过这些光受体，植物可以感知周围环境中光的强度、方向、光谱组成和光周期的变化并做出响应（图 1-1），目前已知在植物中至少存在 4 种光受体系统：光敏色素(phytochrome)，主要感受红光和远红光区域的光；隐花色素(cryptochrome)，又称 UV-A/蓝光受体，感受蓝光和近紫外光区域的光<sup>[10]</sup>；UV-B 光受体，又称紫外线 B 类受体，感受紫外线 B 区域的光<sup>[11, 12]</sup>；吸收蓝绿光的 ZTLS 家族，主要感受蓝绿光<sup>[13]</sup>。光敏色素 (phytochrome, PHY) 作为一类红光/远红光受体，广泛地存在于蓝细菌、低等和高等植物体内<sup>[14, 15]</sup>。



Kami, 2010

图 1-1 光受体激活和失活的有效光谱<sup>[16]</sup>

Fig 1-1 Effective spectrum of photoreceptors for activation and inactivation.

### 1.1.1.1 结构与存在形式

光敏色素是一种易溶于水的色素蛋白，它是由线状排列的四个吡咯环（生色团 chromophore）与一个蛋白质以硫醚键相连的色素蛋白复合体，而这个蛋白质是由两个分子量在 120-127 KD 的多肽聚合而成。通过研究人们发现，光敏色素主要以两种不同的形式存在，一种是红光吸收型（Pr 型），其最大吸收峰为 660 nm，对红光敏感，且通常认为是无生理活性的；而另一种是吸收了红光由 Pr 变成的 Pfr 型，其最大吸收峰为 730 nm，有生理活性<sup>[17]</sup>，Pfr 型吸收远红光后又转化为失活的 Pr 型。在不同 R:FR 比例的光条件下，两种形式光敏色素相互转化，处于动态平衡中<sup>[18]</sup>。光敏色素以 Pr 形式合成，红光促使光敏色素向 Pfr 型转化，活化的 Pfr 型光敏色素进入到细胞核中与其他调节分子相互作用，调节基因的表达，抑制下胚轴的伸长生长<sup>[19]</sup>。

在模式生物拟南芥中，编码光敏色素的基因有五种，分别命名为 *PHYA-PHYE*<sup>[20, 21]</sup>。其中 PHYB、PHYD 与 PHYE 的蛋白序列同源性较高，而且 PHYB 与 PHYD 的蛋白序列同源性达到了 80%<sup>[22]</sup>。另一分支 PHYA 与 PHYC 的蛋白序列相似，但是 PHYA 却表现出了独一无二的光受体特性。依据光敏色素对光的稳定性可以分为 I、II 两类：PHYA 属于 I 型不稳定型光敏色素，在黑暗中生长的黄化幼苗中大量存在，当黄化组织暴露在光下时，PHYA 转换为不稳定的 Pfr 型，在蛋白酶的作用下快速降解，同时 *PHYA* 的转录也减少。*PHYA* 主要参与种子萌发和开花中的光周期反应。PHYB、C、D、E 属于 II 型稳定型光敏色素，它们在光下是稳定的，在光下生长组织和黄化组织中几乎处于同样相对低的水平，属于低水平组成型表达，其 Pfr 形式的蛋白是稳定的。

### 1.1.1.2 光敏色素的作用与避荫反应

在拟南芥五种光敏色素中，有文献报道 *PHYA*、*PHYB*、*PHYD*、*PHYE* 都参与了避荫反应<sup>[23-26]</sup>，而 *PHYC* 还未发现参与了避荫反应的调控<sup>[27]</sup>。

*PHYB* 是低 R:FR 诱导的避荫反应的主要调控光敏色素<sup>[28]</sup>。在白光条件下，即在高 R:FR 处理下，*phyB* 突变体不能正常去黄化，且表现出持续避荫表型，如下胚轴、茎、叶柄较长，叶绿体含量较低，提前开花及具较强的顶端优势等<sup>[29]</sup>，而在遮荫条件下（低 R:FR），*phyB* 避荫反应较弱等，因此 *PHYB* 是调节避荫反

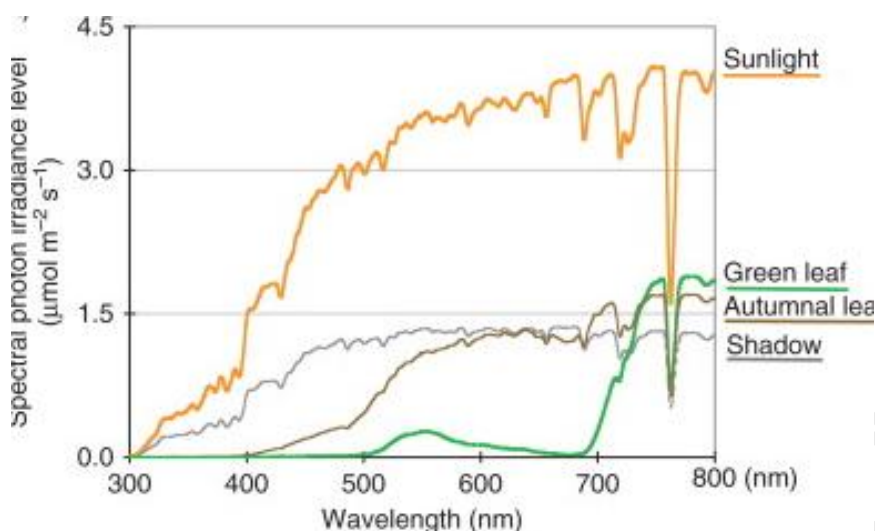
应的重要负调控因子。此外，与野生型相比，*phyA* 突变体在模拟遮荫条件下的伸长生长更为显著，说明 *PHYA* 也对避荫反应起负调控作用<sup>[30]</sup>。*phyD*，*phyE* 的单基因突变体并没有显著表型，但是在*phyB* 突变体的背景下，双突变体与*phyB* 突变体相比，出现节间和叶柄(*phyD*)较长，提前开花(*phyE*)等表型。因此 *PHYD*，*PHYE* 是辅助性的负调控因子<sup>[26, 31]</sup>。

光敏色素对避荫反应的的调控方式之一是与光敏色素作用因子 (PHYTOCHROME INTERACTING FACTORS, PIFs)结合，调控基因的表达，使植物出现避荫症状。

### 1.1.2 光信号

光是植物生长过程中最重要的环境因子之一，它不仅为植物光合作用提供光能，而且还是调控植物生长与发育的重要信号因子，参与调控植物生长发育的每一个阶段：从种子萌发，光形态的建成到开花、结果。

实验证明太阳光照射在植物叶片上，除绿光被反射外，叶绿素、胡萝卜素吸收了大部分可见光，远红光几乎不被吸收。因此，白光被植被吸收反射后光质发生改变，红光 (R) 比例降低，远红光 (FR) 比例增加。这一变化可以用参数 R:FR 比例来说明，R:FR 比例的定义为：波长为 660~665 nm 的光子辐射度 (photon irradiance) 与波长为 725~735 nm 的光子辐射度 (photon irradiance) 的比值<sup>[32]</sup>。太阳光中 R:FR 比例依季节和天气变化大约在 1.15 左右，而经过绿色叶片后的光中 R:FR 比例为 0.5~0.7，具体光谱见图：



Kami, 2010

图 1-2 自然光环境光谱<sup>[16]</sup>

**Figure 1-2 The spectral photon irradiance of natural-light environments .**

All of spectra were measured by spectroradiometer (LI-1800; Li-Cor, Lincoln, NE) in Nara, Japan (May 2003, 15:00, fine weather). Unfiltered sunlight (Sunlight), the shadow of building (Shadow), sunlight transmitted through a green *Pueraria lobata* leaf and light brown *P. lobata* leaf (Autumnal leaf).

R:FR 比例的降低，可以及早提示植物体对附近其它争夺光源的植物做出反应，是诱导避荫反应最有效的信号。在遮荫条件下，光敏色素感知光中 R:FR 比例的降低，进而引发避荫反应。

### 1.1.3 低 R:FR 比例调控的基因

通过分析模式生物拟南芥在模拟遮荫（低 R:FR）处理 1 和 24 小时后的全基因组表达谱后可以发现，下游的许多基因的 mRNA 水平在植物在感受到低红光：远红光信号后发生明显变化<sup>[33, 34]</sup>。

在这些基因中，受遮荫上调的基因有如 bHLH 家族的 *HFR1*、*PIL1* (*PIF3 LIKE 1*) 等<sup>[34]</sup>，这些 bHLH 家族的转录因子对避荫反应起负调控作用，遮荫处理后其转录水平会迅速上调。与细胞壁相关基因在遮荫后期出现上调，如与细胞壁松弛相关基因木葡聚糖转葡萄糖苷酶 (xyloglucan endotransglycosylase) *XTH15* 等。还有



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库